

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-260523

(43)公開日 平成10年(1998)9月29日

(51) Int.Cl.  
G 03 F 1/16  
H 01 L 21/027  
21/306

識別記号

F I  
G 03 F 1/16  
H 01 L 21/30  
5 3 1 M  
5 4 1 S  
21/306  
B

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願平9-64491  
(22)出願日 平成9年(1997)3月18日

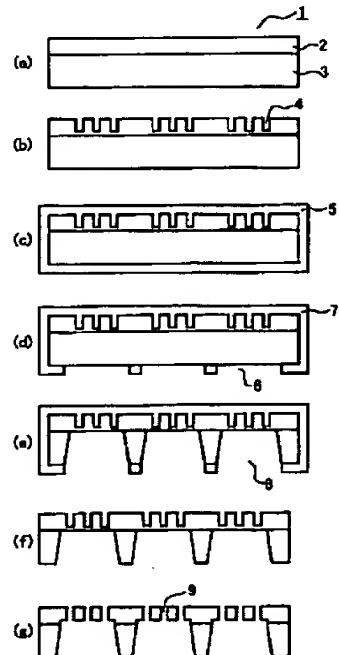
(71)出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(72)発明者 片倉 則浩  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

## (54)【発明の名称】シリコンステンシルマスクの製造方法

## (57)【要約】

【課題】シリコンステンシルマスクの製造の過程で破壊等の問題が生じないシリコンステンシルマスクの製造方法を提供する。

【解決手段】ボロンドープ層が形成されたシリコン基板を用意する工程と、前記ボロンドープ層の途中までパターンを形成する工程と、前記パターンが形成されたシリコン基板全体に窒化珪素膜を成膜するとともに、前記パターン領域に対応する反対面位置の窒化珪素膜に開口をそれぞれ形成する工程と、前記窒化珪素膜をマスクとして、前記シリコン基板のシリコン部分をウェットエッチング法により前記ボロンドープ層までエッチングして凹部を形成する工程と、前記窒化珪素膜を除去後、前記シリコン部分をエッチングした方向と同一方向から、再び前記ボロンドープ層をドライエッチングして前記ボロンドープ層に形成されたパターンを貫通させる工程と、を備えたシリコンステンシルマスクの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ボロンドープ層が形成されたシリコン基板を用意する工程と、前記ボロンドープ層の途中までパターンを形成する工程と、前記パターンが形成されたシリコン基板全体に窒化珪素膜を成膜するとともに、前記パターン領域に対応する反対面位置の窒化珪素膜に開口をそれぞれ形成する工程と、前記窒化珪素膜をマスクとして、前記シリコン基板のシリコン部分をウエットエッチング法により前記ボロンドープ層までエッチングして凹部を形成する工程と、前記窒化珪素膜を除去後、前記シリコン部分をエッチングした方向と同一方向から、再び前記ボロンドープ層をドライエッチングして前記ボロンドープ層に形成されたパターンを貫通させる工程と、を備えたシリコンステンシルマスクの製造方法。

【請求項2】前記ボロンドープ層の途中までパターンを形成する工程及び／又は前記ボロンドープ層に形成されたパターンを貫通させる工程が極低温プラズマドライエッティング法又は側壁保護プラズマドライエッティング法によるものであることを特徴とする請求項1記載のシリコンステンシルマスクの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコンステンシルマスクの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】近年、集積回路の高集積化に伴い、長年微細パターンを形成する手段の主流であった光を用いたフォトリソグラフィー技術に代わって、荷電粒子線、例えば電子ビームやイオンビーム、あるいはX線を用いる新しい露光方法が検討され、実用化されている。このうち、電子ビームを用いてパターンを形成する電子ビーム露光は、電子ビームそのものを数μmにまで絞ることができるので、1 μmあるいはそれ以下の微細なパターンを作成できる点に大きな特徴を有している。

【0003】ところが、電子ビーム露光は、微小な面積の電子ビームによって露光を要するパターン内を走査して塗り潰す、いわゆる、一筆書きの描画方法であるため、その一部でも微細なパターンが存在すると、電子ビームの断面をその微細パターンに応じた微小面積に絞る必要があり、その微小面積の電子ビームによって全パターンの露光を完了するのに要する時間が極端に長くなるという問題があった。

【0004】この問題を解決するため、図2に示すようなステンシルマスクを用いたパターン転写方法が提案されている。具体的には、図3に示すようにステンシルマスク10の各小領域10aが荷電粒子線にてステップ的に走査され、各小領域10aの貫通孔の配置に応じたバ

ターンが不図示の光学系で感応基板11に縮小転写され、ステンシルマスクの小領域毎のバターンを感応基板上でつなぎ合わせるという方法である。

【0005】上記ステンシルマスクの製造方法は、まず、シリコン基板14の表面に熱拡散法を用いてボロンをドープして、ボロンドープ層13を形成し、ボロンドープ層を有するシリコン基板12を製作する(図4(a))。ボロンドープ層13上に、電子ビームを用いて微細パターンを描画しておき、そのパターンに合わせて、シリコン部分14まで完全にエッチングする(図4(b))。

【0006】全面にLPCVD法を用いて窒化珪素膜16を形成し(図4(c))、ボロンドープ層13に形成されたパターン位置に対応する反対面の位置に複数の開口17をそれぞれ形成する(図4(d))。この開口を有する窒化珪素膜18をマスクとして、シリコン基板12をKOH水溶液に浸漬し、シリコン基板12をボロンドープ層13までウエットエッチングして凹部19を形成する(図4(e))。

【0007】ウエットエッチング終了後、これをKOH水溶液から引き上げ、①硫酸、過酸化水素水の混合液、②純水を用いて洗浄、乾燥する。シリコン基板12に形成された窒化珪素膜16をドライエッチング法によりエッチングして除去し、シリコンステンシルマスクを完成する(図4(f))。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ウエットエッチングが終了したシリコン基板をKOH水溶液から引き上げるとき、シリコン基板の全面は窒化珪素膜で覆われているが、すでに、ボロンドープ層には貫通されたパターン(貫通孔)が形成されているので、表面張力等により大変壊れ易いという問題があった。

【0009】本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、シリコンステンシルマスクの製造の過程で破壊等の問題が生じないシリコンステンシルマスクの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【発明の解決する手段】本発明者は、銳意研究の結果、本発明を行うに至った。本発明は、第一に「ボロンドープ層が形成されたシリコン基板を用意する工程と、前記ボロンドープ層の途中までパターンを形成する工程と、前記パターンが形成されたシリコン基板全体に窒化珪素膜を成膜するとともに、前記パターン領域に対応する反対面位置の窒化珪素膜に開口をそれぞれ形成する工程と、前記窒化珪素膜をマスクとして、前記シリコン基板のシリコン部分をウエットエッチング法により前記ボロンドープ層までエッチングして凹部を形成する工程と、前記窒化珪素膜を除去後、前記シリコン部分をエッチングした方向と同一方向から、再び前記ボロンドープ層をドライエッチングして前記ボロンドープ層に形成された

パターンを貫通させる工程と、を備えたシリコンステンシルマスクの製造方法（請求項1）」を提供する。

【0011】本発明は、第二に「前記ボロンドープ層の途中までパターンを形成する工程及び／又は前記ボロンドープ層に形成されたパターンを貫通させる工程が極低温プラズマドライエッティング法又は側壁保護プラズマドライエッティング法によるものであることを特徴とする請求項1記載のシリコンステンシルマスクの製造方法（請求項2）」を提供する。

【0012】

【発明の実施形態】以下、本発明の実施形態としてのシリコンステンシルマスクの製造方法を図面を参照しながら説明する。図2は、本発明にかかる実施形態のシリコンステンシルマスクの製造方法により製作されたシリコンステンシルマスクの概略断面図である。

【0013】まず、シリコン基板3にボロンドープ層2を形成し、ボロンドープ層を有するシリコン基板1（以下、単にシリコン基板という）を製作する（図1

(a)）。貫通孔以外の部分で荷電粒子線を散乱させるシリコンステンシルマスクの場合には、ボロンドープ層の膜厚は、1.5～2.5μm程度が好ましく、貫通孔以外の部分で荷電粒子を吸収させるシリコンステンシルマスクの場合には、ボロンドープ層の膜厚は、2.0～3.0μm程度が好ましい。

【0014】ボロンドープ層のボロンドープ濃度は、厚さ方向に深くなる程、濃度が小さくなるので、少なくとも、KOH水溶液に浸漬してシリコンをウェットエッティングした時にウェットエッティングをストップさせたい位置におけるボロンのドープ濃度が、約 $1 \times 10^{20}$ atom/cm<sup>3</sup>程度であることが好ましい。電子ビームを用いて、所定の微細パターンを描画し、そのパターンに合わせて、ボロンドープ層2の途中までエッティングする（図1 (b)）。

【0015】エッティング方法としては、極低温下でのプラズマドライエッティング法や側壁保護プラズマドライエッティング法が有用である。極低温プラズマドライエッティング法は、基板を極低温にしてエッティング側壁方向のラジカルの反応を抑制し、エッティングしていく方法である。極低温下のうち、特に-110℃～-120℃が好ましい。

【0016】-110℃より温度が高くなると、ラジカルの反応性を抑制することが困難になり、垂直にエッティングができなくなる。側壁保護プラズマドライエッティング法は、シリコンエッティング用ガス（本発明ではボロンドープ層をエッティングするために用いられる。ボロンドープ濃度は $1 \times 10^{20}$ atom/cm<sup>3</sup>程度なのでシリコンエッティングガスでエッティングが可能である。）と側壁保護用ガスとの混合ガスを流し、側壁保護用ガスの重合物によりエッティング側壁を保護し、側壁方向のエッティングを抑制しながら垂直方向にエッティングしていく方法

である。

【0017】混合ガスとして、Cl<sub>2</sub>+CHF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>+C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>等が挙げられ、CHF<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>は重合してエッティング側壁に保護膜を形成するので、側壁方向のエッティングが抑えられる。シリコン基板1全体にLPCVD法を用いて窒化珪素膜5を形成し（図1 (c)）、ボロンドープ層2に形成されたパターンの位置に対応する反対面位置に各開口6をそれぞれ形成する（図1 (d)）。

10 【0018】この開口を有する窒化珪素膜7をマスクとして、シリコン基板1をKOH水溶液に浸漬し、シリコン部分3をボロンドープ層2までウェットエッティングして凹部8を形成する（図1 (e)）。KOH水溶液は、ボロンが $1 \times 10^{20}$ atom/cm<sup>3</sup>以上ドープされたボロンドープ層によってエッティングレートが大きく低下する（エッティングレートの臨界点）ので、ボロンドープ層2はストッパーとしての役割を果たす。

【0019】ウェットエッティング終了後、これをKOH水溶液から引き上げ、①硫酸、過酸化水素水の混合液、

20 ②純水を用いて洗浄、乾燥した。シリコン基板1に形成された窒化珪素膜7をドライエッティング、又はウェットエッティングにより除去する（図1 (f)）。最後に、微細パターン4が層の途中まで形成されたボロンドープ層2を、シリコン部分3をエッティングした方向と同一方向からエッティングして、貫通孔9を形成し、シリコンステンシルマスクを完成した（図1 (g)）。

【0020】エッティング方法については、上記したエッティング方法が有用である。以下、実施例により本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0021】

【実施例】図2は、本発明にかかるシリコンステンシルマスクの製造方法を用いて製作されたマスクの概略断面図である。

(1)まず、厚さ3.80μmのシリコン基板3の表面に熱拡散法を用いてボロンをドープし、ドープ濃度 $1 \times 10^{20}$ atom/cm<sup>3</sup>、厚さ2.3μmのボロンドープ層2を形成し、ボロンドープ層を有するシリコン基板1（以下、単にシリコン基板という）を製作する（図1 (a)）。

40 【0022】(2)次に、ボロンドープ層2上に、電子ビームを用いて、所定の微細パターンを描画しておき、そのパターンに合わせて、基板温度-120℃、圧力0.5Paの環境下で、反応ガスとしてSF<sub>6</sub>を用いて極低温プラズマドライエッティング法により、ボロンドープ層2を2μmの深さまでエッティングした（図1 (b)）。

【0023】(3)シリコン基板1全面にLPCVD法を用いて厚さ0.1μmの窒化珪素膜5を形成し（図1 (c)）、ボロンドープ層2の途中まで形成されたパタ

ーンの位置に対応する反対面位置に各開口6をそれぞれ形成する(図1(d))。

(4) 開口を有する窒化珪素膜7をマスクとして、シリコン基板1をKOH溶液に浸漬し、シリコン部分3をウエットエッチングする(図1(e))。

〔0024〕(5) ウエットエッチング終了後、これをKOH水溶液から引き上げ、①硫酸、過酸化水素水の混合液、②純水を用いて洗浄、乾燥した。シリコン基板1に形成された窒化珪素膜7をドライエッチング法によりエッチングして除去した(図1(f))。

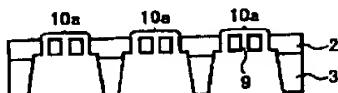
(6) 最後に、微細パターン4が層の途中まで形成されたボロンドープ層2を、シリコン部分3をウエットエッチングした方向と同一方向から、基板温度-120°C、圧力10Paの環境下で、反応ガスとしてSF<sub>6</sub>を用いてプラズマドライエッチング法によりエッチングして、貫通孔9を形成した(図1(g))。

〔0025〕尚、(2)、(6)の製造工程に変えて、常温、0.5Paの環境下において、反応ガスC<sub>2</sub>+CHF<sub>3</sub>を用いて側壁保護プラズマドライエッチング法によりエッチングしてもよい。

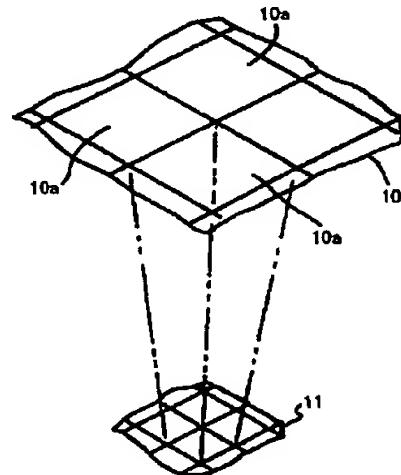
#### 〔0026〕

【発明の効果】以上説明した通り、本発明にかかるシリコンステンシルマスクの製造方法によれば、微細パターンをボロンドープ層の途中までしか形成しない段階でシリコン基板をKOH水溶液に浸漬してウエットエッチングするので、ウエットエッチング完了後もボロンドープ層はパターンが貫通されておらず(貫通孔は形成されていない)、ボロンドープ層は全面がつながっているの\*

【図2】



【図3】



\*で、KOH水溶液から引き上げる際にも表面張力等により破壊されることがない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるシリコンステンシルマスクの製造方法の工程図である。

【図2】シリコンステンシルマスクの概略断面図である。

【図3】シリコンステンシルマスクを利用したパターンの分割転写の模式図である。

10 【図4】従来のシリコンステンシルマスクの製造方法の工程図である。

#### 【符号の説明】

1、12・・・ボロンドープ層を有するシリコン基板

2、13・・・ボロンドープ層

3、14・・・ボロンドープ層を有するシリコン基板のシリコン部分

4・・・ボロンドープ層の途中まで形成された微細パターン

5、16・・・窒化珪素膜

20 6、17・・・開口

7、18・・・開口を有する窒化珪素膜

8、19・・・凹部

9・・・貫通孔

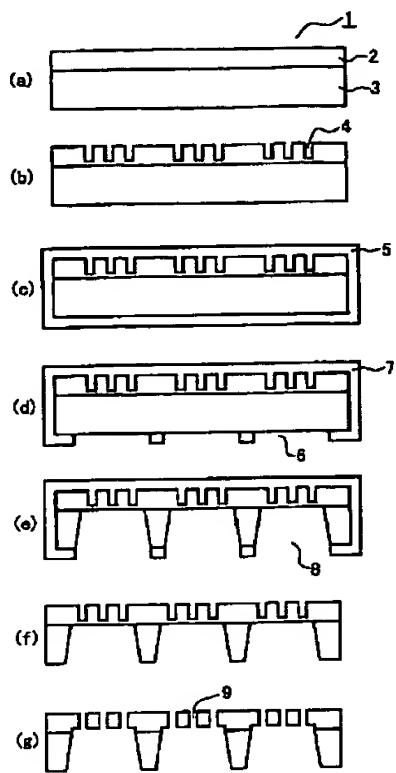
10・・・ステンシルマスク

10a・・・ステンシルマスクの小領域

11・・・感應基板

15・・・ボロンドープ層に形成された微細パターン

【図1】



【図4】

